Best Available Copy

SG SI SK SL TJ TM TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZW
Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK EA ES FI FR GB GH GM GR IE IT KE LS LU MC MW NL OA PT SD SE SL SZ TZ UG ZW
AU 200045913 A B23K-009/20 Based on patent WO 200078495
EP 1183127 A1 E B23K-009/20 Based on patent WO 200078495
Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI
JP 2003502160 W 24 B23K-009/20 Based on patent WO 200078495

Abstract (Basic): **DE 19925628** A1

NOVELTY - Ignition welding process comprises purifying a surface (5) of a component by applying a first voltage producing a light arc between an element (4), especially a bolt, to be connected to the surface, and changing the polarity of the first voltage. The element is welded by light arc produced by a second voltage.

USE - For welding a bolt to an aluminum surface or steel sheet surface.

ADVANTAGE - High quality welding is produced.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a cross-section of a bolt welded to a surface.

Bolt (4)

Surface (5)

pp; 10 DwgNo 7/7

Title Terms: IGNITION; WELD; PROCESS; COMPRISE; PURIFICATION; SURFACE; COMPONENT; APPLY; FIRST; VOLTAGE; PRODUCE; LIGHT; ARC; ELEMENT; CONNECT; SURFACE; CHANGE; POLARITY; FIRST; VOLTAGE
Derwent Class: M23; P55; X24
International Patent Class (Main): B23K-009/20
International Patent Class (Additional): B23K-009/095; B23K-009/23; B23K-103-10
File Segment: CPI; EPI; EngPI
Manual Codes (CPI/A-N): M23-D01A4
Manual Codes (EPI/S-X): X24-B05
? logoff

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 199 25 628 A 1**

(51) Int. Cl.[7]: **B 23 K 9/20**

(21) Aktenzeichen: 199 25 628.4
(22) Anmeldetag: 5. 6. 1999
(43) Offenlegungstag: 7. 12. 2000

(71) Anmelder:
Emhart Inc., Newark, Del., US

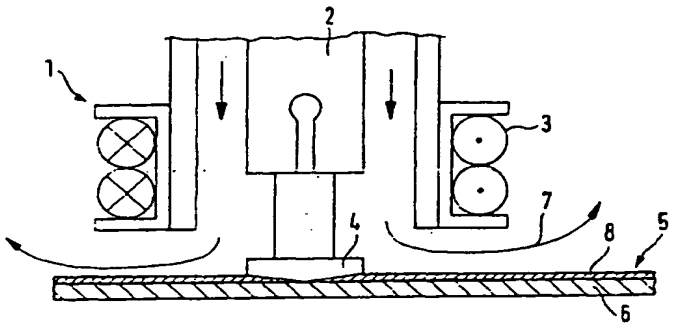
(74) Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 40474 Düsseldorf

(72) Erfinder:
Schmitt, Klaus G., Dr., 35390 Gießen, DE; Krengel, Michael, 35396 Gießen, DE; Gottwals, Hayno, 35325 Mücke, DE; Bröhl, Reinhold, 35460 Staufenberg, DE; Schmidt, Wolfgang, 35447 Reiskirchen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Hubzündungsschweißverfahren mit Reinigungsstufe

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hubzündungsschweißverfahren. In einem ersten Schritt wird beispielsweise eine Aluminiumoberfläche (5) eines Bauteiles unter Erzeugung eines Lichtbogens gereinigt und anschließend das zu verbindende Element (4) mittels zumindest einer zweiten Spannung angeschweißt. Neben einer Hubzündungsschweißvorrichtung wird auch ein weiteres Hubzündungsschweißverfahren geschaffen, wobei
- ein elektrischer Reinigungsstrom zwischen einer Oberfläche (5) eines Bauteiles und einem daran zu verschweißenden Elements (4) fließt, indem das Bauteil auf der Oberfläche (5) aufliegt und dann das Element (4) von der Oberfläche (5) auf eine in etwa zeitweise konstante Entfernung zur Reinigung der Oberfläche (5) von einer Beschichtung mittels eines Lichtbogens abgehoben wird,
- anschließend der Strom seine Polarität ändert, wobei danach zumindest ein Schweißstrom erzeugt wird
- und dann das Element (4) mit der Oberfläche (5) verschweißt wird.



DE 199 25 628 A 1

ENSDOCID: <DE__19925628A1_I_>

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hubzündungsschweißverfahren sowie auf eine Hubzündungsschweißvorrichtung. Insbesondere wird mit dem Verfahren und der Vorrichtung ein Schweißbolzen auf eine Aluminiumoberfläche oder Stahlblechoberfläche anschweißbar, die jeweils eine Oberflächenbeschichtung, beispielsweise eine Schmierstoffbeschichtung, aufweisen.

Ein Hubzündungsschweißverfahren, insbesondere ein Bolzen-Hubzündungsschweißverfahren, hat den Vorteil einer Großserientauglichkeit, verbunden mit einer Prozeßsicherheit mit Hinsicht beispielsweise auf eine sichere Zündung eines Lichtbogens. Auch ist das Hubzündungsschweißverfahren gegenüber anderen Schweißverfahren geräuschärmer. Das Hubzündungsschweißverfahren wird daher in zahlreichen Gebieten insbesondere aufgrund seines wirtschaftlichen Einsatzes eingesetzt. Insbesondere im Automobilbereich hat sich das Hubzündungsschweißverfahren etabliert. Aluminium und Aluminiumverbundbauteile nehmen aufgrund ihres geringen Gewichtes im Automobilbereich als Werkstoffe einen immer breiteren Raum ein. Bekannt ist beispielsweise aus der DE 195 24 490 ein Hubzündungsschweißverfahren, bei dem ein Aluminiumschweißbolzen mit einem Werkstück aus Aluminium verschweißt wird. Eine Hubhöhe des Schweißbolzens wird gemäß dieses Verfahrens in Abhängigkeit von einer gemessenen Lichtbogenspannung verändert. Auch ist aus diesem Dokument bekannt, daß zur Vermeidung eines Kurzschlusses aufgrund eines Abtropfens von flüssigem Schweißbolzenmaterial eine Polarität am Schweißbolzen bzw. am Werkstück während des Schweißvorganges gewechselt wird. Auch ist bekannt, daß durch Wechsel der Polarität eine Ausbildung eines Schmelzbades verändert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, ein Hubzündungsschweißverfahren und eine entsprechende Hubzündungsschweißvorrichtung zu schaffen, mit denen ein Element an eine Oberfläche sicher und mit hoher Qualität angeschweißt wird, auch wenn auf der Oberfläche eine Beschichtung angeordnet sein sollte.

Diese Aufgabe wird mit einem ersten Hubzündungsschweißverfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie mit einem zweiten Hubzündungsschweißverfahren mit den Merkmalen des Anspruches 7, mit einer Hubzündungsschweißvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 15 sowie mittels eines Polaritätswechselmittels mit den Merkmalen des Anspruches 20 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein erstes Hubzündungsschweißverfahren weist als einen ersten Schritt auf, daß eine Oberfläche eines Bauteiles gereinigt wird und zwar durch Anlegen einer ersten Spannung unter Erzeugung eines Lichtbogens zwischen einem an die Oberfläche zu verbindendes Element, insbesondere einen Bolzen, und der Oberfläche. In einem zweiten Schritt wird eine Polarität der ersten Spannung gewechselt. Anschließend wird das Element mittels zumindest einer zweiten Spannung angeschweißt.

Dieses Verfahren eignet sich insbesonders zur Anwendung bei Stahlblechen und Aluminiumblechen, die eine organische Beschichtung aufweisen oder aber verzinkt sind. Die Verzinkung kann elektrischer oder galvanischer Art sein oder Bonazink sein. Auch kann die Beschichtung aus einer Verschmutzung oder ähnlichem bestehen. Beispielsweise hat es sich als besonders geeignet herausgestellt, daß Verfahren bei der Verschweißung von Stahlblechen mit einer Blechstärke von 1 Millimeter bis 0,5 Millimeter und weniger einzusetzen, die eine Zinkstärkeschicht beispielsweise

bei Feuerverzinkung von 70 Mikrometer und weniger hat, beispielsweise auch bei dünnen Zinkstärkeschichten von 30 Mikrometer bis 3 Mikrometer oder noch weniger. Das Reinigungsverfahren ist sehr genau an die zu reinigende Oberfläche anpaßbar und auch für sehr dünne Beschichtungen geeignet. Im folgenden wird die Wirkungsweise der Erfindung näher anhand einer Bearbeitung eines Bauteils aus Aluminium beschrieben. Die dabei beschriebenen Merkmale sind jedoch auch auf die Verschweißung eines entsprechenden Stahlbauteiles, insbesondere eines Stahlbleches, anwendbar.

Aluminiumbauteile, die kaltverformt, insbesondere tiefgezogen werden, weisen eine Oberflächenbeschichtung in Form eines Schmierstoffes auf. Dieser Schmierstoff verhindert ein Kaltschweißen zwischen dem Aluminiumwerkstück und einem Bearbeitungswerkzeug. Außerdem wird durch den Schmierstoff eine Verringerung der auftretenden Reibkraft erzielt. Oftmals wird eine organische Beschichtung, insbesonders eine Wachsbeschichtung oder eine Beschichtung auf Ölbasis eingesetzt. Durch Erzeugung eines Lichtbogens als Reinigungslichtbogen wird erreicht, daß die Beschichtung auf organischer Basis aufgrund der Überhitzung mittels des Lichtbogens sich mit keinen wesentlichen Rückständen, insbesondere ohne Rückstände verflüchtigt und/oder aus dem Schweißbereich verdrängt wird. Der sich daran anschließende eigentliche Schweißprozeß mittels beispielsweise eines Pilotstromes und anschließenden Schweißstromes des Hubzündungsschweißverfahrens erlaubt, das anzuschweißende Element in ein Schweißbad der Aluminiumoberfläche eintauchen lassen zu können, welches keine Verunreinigungen aufgrund der vorhergehenden Beschichtung aufweist.

Bei kaltgeformten Aluminiumblechen ist eine Schmierbeschichtung auf Wachsbasis üblich. Während eines Lichtbogenschweißprozesses setzt das Wachs Wasserstoff frei, welches sich während des Schweißvorganges mit dem geschmolzenen Aluminium verbinden würde. In dem Moment, wenn das geschmolzene Aluminium sich wieder verfestigt, geht die Fähigkeit des Aluminiums verloren, den Wasserstoff in gelöster Form zu binden. Der Wasserstoff gast aus und hinterläßt eine große Porosität im Bereich der Fügezone. Diese Porosität bedeutet eine enorme Verschlechterung der Schweißqualität. Durch Anwendung des Aluminium-Hubzündungsschweißverfahrens gelingt es, eine schlechte Schweißqualität zu vermeiden. Weiterhin gestattet das Verfahren den Anwendern, daß sie auf ein bisheriges Reinigen der verwendeten Aluminiumbauteile verzichten können. Bisher war es notwendig, bei zum Beispiel kalt tiefgezogenen Blechen diese vor dem anschließenden Verschweißen durch eine Waschstraße zu schicken, um die Oberfläche der Aluminiumbleche für den Schweißprozeß aufzubereiten. Dieser Reinigungsvorgang kann nun entfallen. Das ermöglicht, daß Aluminium aufweisende Bauteile mit einer Beschichtung auch ohne vorherige Grundreinigung beispielsweise mit einem Schweißbolzen sicher verschweißt werden können. Die Qualität der Schweißverbindung hängt somit von den Umgebungsbedingungen in der Fügezone ab, die durch den Reinigungslichtbogen geschaffen werden, wobei die Oberfläche zweckmäßigerweise trokken und metallisch rein eingestellt wird.

Vorteilhaft ist es, wenn nach dem ersten Schritt, dem Anlegen der Reinigungsspannung, in einem zweiten Schritt eine Polarität der ersten Spannung gewechselt wird. Dadurch kann die Reinigung durch Änderung des Lichtbogens beeinflußt werden. Vorteilhaft ist weiterhin, daß sich, nachdem die erste Spannung als Reinigungsspannung abgefallen ist, nach einer gewissen Zeitdauer das eigentliche Hubzündungsschweißverfahren anschließt. Verbessern wird das Ver-

BNSDOCID: <DE__19925628A1_I_>

fahren dadurch, daß die Polarität zwischen der ersten und nachfolgenden zweiten Spannung sich umkehrt. Dieses wird vorzugsweise in der Zeitdauer durchgeführt, in der die erste Spannung, insbesondere auf Null, abgefallen ist. Dabei wird während der Reinigungsphase für die erste Spannung vorzugsweise eine positive Polarität eingestellt. Das bedeutet, daß an der Aluminiumoberfläche des Bauteiles eine negatives Potential anliegt, während das anzuschweißende Element eine positiv Potential aufweist. Dadurch gelingt eine Aufheizung des Aluminiumbleches auf derartige Temperaturen, daß die Beschichtung verflüchtigt wird. Insbesonders wird angestrebt, einen Bereich der Oberfläche zu reinigen, der beispielsweise annähernd mit der späteren Fügezone übereinstimmt, gegebenenfalls etwas geringer oder auch etwas größer ausfällt. Bei Verwendung eines Schweißbolzens wird eine kreisförmige gereinigte Oberfläche angestrebt, die einen Durchmesser aufweist, der vorzugsweise demjenigen des Schweißbolzen entspricht. Bei einer anderen Geometrie des anzuschweißenden Bauteiles, beispielsweise mit ovalem oder eckigem Querschnitt, weist die gereinigte Oberfläche zweckmäßigerweise eine entsprechende Größe auf. Dieses wird durch eine derartige, oben beschriebene Polarität unterstützt. Für das sich anschließende Verschweißen wird vorzugsweise eine negative Polarität gewählt. Bei einer negativen Polarität während des Reinigungsvorganges tritt gegebenenfalls die Problematik auf, daß Rußpartikel im Bereich der zu reinigenden Fläche auftreten beziehungsweise verbleiben.

Vorzugsweise wird weiterhin die erste Spannung betragsmäßig höher eingestellt als die direkt nachfolgende Spannung umgekehrter Polarität. Beispielsweise wird das durch eine entsprechende Regulierung der Hubhöhe des anzuschweißenden Elementes über der Oberfläche eingestellt. Durch eine Erhöhung des Abstandes kann ebenfalls die Spannung erhöht werden bei beispielsweise gleichbleibender Stromstärke. Dieses ermöglicht ein für die Reinigung aufzubringende notwendige Energiedichte, während beispielsweise bei Verwendung eines anschließenden Pilotstromes für das Hubzündungsschweißverfahren mit umgekehrter Polarität die Aluminiumoberfläche so aufgeheizt und der Lichtbogen so stabilisiert wird, daß durch das Anlegen der anschließenden Schweißspannung ein entsprechend benötigtes tiefes Schweißbad erzeugt wird.

Das Anlegen einer ersten Reinigungsspannung kann getrennt von einem nachfolgenden Anlegen einer Pilot-Schweißspannung erfolgen. Zum Wechsel der Polarität des Lichtbogens ist es günstig, wenn bei Erreichen eines Nullwertes der ersten Spannung die Polarität gewechselt wird. Dazu wird zweckmäßigerweise der Nullwert für eine kurze Zeit aufrechterhalten. Diese spannungsfreie Zeit liegt beispielsweise vor, wenn das anzuschweißende Element in Richtung auf die Oberfläche verfahren wird. Dann erst wird daran sich anschließend eine zweite Spannung, beispielsweise eine Pilotspannung, aufgebaut. Dazu befindet sich das anzuschweißende Element nach der Reinigung wieder in Kontakt mit der Oberfläche. Durch Abheben des Elementes von der Oberfläche wird anschließend der Schweißlichtbogen beispielsweise in Form eines Pilotlichtbogens gezündet. Vorzugsweise werden diese Bearbeitungsabschnitte jedoch miteinander kombiniert. Dadurch wird die Bearbeitungszeit eines Bauteiles verringert. Gemäß einer Weiterbildung wird dieses dadurch erzielt, daß nach einem Abfall der ersten Spannung sich das Schweißverfahren mit vorzugsweise einer Pilotspannung und anschließender Schweißspannung direkt anschließt, wobei letztere beiden Spannungen eine andere Polarität als die erste Spannung haben. Auf diese Weise ist eine sichere Zündung des Lichtbogens nach dem Polaritätswechsel möglich.

Im übrigen besteht auch die Möglichkeit, daß ausgehend von der ersten Spannung und dem sich daran anschließenden Polaritätswechsel direkt die Schweißspannung angelegt wird.

Weiterhin wird ein zweites Aluminium-Hubzündungsschweißverfahren zur Verfügung gestellt. Dieses ist beispielsweise mit dem ersten Aluminium-Hubzündungsschweißverfahren kombinierbar. Das zweite Aluminium-Hubzündungsschweißverfahren weist die folgenden Schritte auf:

- ein elektrischer Reinigungsstrom fließt zwischen einer Aluminiumoberfläche eines Bauteils und einem daran zu verschweißenden Element, indem das Bauteil auf der Aluminiumoberfläche aufliegt und dann das Element von der Aluminiumoberfläche auf eine in etwa zeitweise konstante Entfernung zur Reinigung der Aluminiumoberfläche von einer Beschichtung unter Zündung eines Lichtbogens als Reinigungsmittel abgehoben wird,
- anschließend der Strom seine Polarität ändert, wobei danach zumindest ein Schweißstrom erzeugt wird und
- dann das Element mit der Aluminiumoberfläche verschweißt wird.

Insbesondere wird bei diesem Verfahren verwirklicht, daß während des Wechsels der Polarität weiterhin der Strom zwischen der Oberfläche und dem Element so weit fließt, daß der Lichtbogen trotz des Polaritätswechsels nicht zusammenbricht. Das Element braucht daher nicht wieder in Kontakt mit der Oberfläche zur Zündung des Lichtbogens gebracht werden.

Vorzugsweise wird ein Reinigungsstrom verwendet, der eine Stromstärke zwischen 15 Ampere und 120 Ampère, insbesondere 500 Ampère einnimmt, bevor er abfällt. Diese Reinigungsstromstärke genügt, um die auf beispielsweise einer Aluminiumoberfläche befindliche Beschichtung mittels des Lichtbogens rückstandsfrei zu entfernen. Dabei ist über die Höhe der Stromstärke die Zeitdauer der Reinigung beeinflußbar: je höher der Lichtbogenstrom, umso kürzer die Reinigungsdauer. Vorzugsweise wird die Reinigungsstromstärke jedoch nicht so groß eingestellt, als daß sich auf der Aluminiumoberfläche eine Schweißbadfläche auszubilden beginnt. Die Temperatur wird so berücksichtigt, daß insbesondere noch keine Materialschmelze beim Reinigungsvorgang eintritt. Dieses wird beispielsweise ebenfalls über die Zeitdauer der einwirkenden Reinigungsstromstärke mitgeregelt oder gesteuert. Als vorteilhaft hat es sich weiterhin erwiesen, wenn nach einem Wechsel der Polarität ein vom Betrag her größter Strom erzeugt wird. Dieser Strom ist dann der Schweißstrom, der dafür sorgt, daß sich ein Schweißbad mit entsprechender Schmelze an der Aluminiumoberfläche ausbildet, in welches das zu verbindende Element, beispielsweise ein Aluminiumbolzen mit angeschmolzener Stirnfläche, nachfolgend eingetaucht wird. Vorzugsweise wird das Element erst nach Abschalten des Schweißstromes wieder in Kontakt mit der Aluminiumoberfläche gebracht. Insbesondere wird eine derartige Verzögerung eingehalten, in der das Schweißbad wieder teigig geworden ist, trotzdem aber noch die Möglichkeit zur Verbindung behält.

Gemäß einer Weiterbildung des Aluminium-Hubzündungsschweißverfahrens dauert der Reinigungsstrom in etwa gleich oder länger, insbesondere um mindestens einen Faktor 3 länger, an als ein vor dem Schweißstrom fließender Pilotstrom. Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn der Schweißstrom gleich oder stärker, insbesondere um mindestens den Faktor 1,2 stärker ist als der Reinigungsstrom. Die

BNSDOCID: <DE 19925628A1 I_>

dadurch jeweils erzielte Energieeinbringung in das Werkstück wird damit den jeweiligen Zielsetzungen der einzelnen Verfahrensabschnitte gerecht. Die maximale Energieeinbringung erfolgt während des eigentlichen Schweißvorganges, eine an die jeweilige Beschichtung der Aluminiumoberfläche angepaßte Energieeinbringung zur Reinigung ist dementsprechend niedriger.

Die Art der Energieeinbringung kann im übrigen auch über die Zeitdauer geregelt werden. Dieses ist zum einen von der Art der Beschichtung, zum anderen von deren Dicke abhängig. Insbesondere wird das Verflüchtigen der Beschichtung über eine entsprechende Vorrichtung registriert, worüber eine Energieeinbringung mittels des Reinigungsstromes oder der Reinigungsspannung einstellbar ist, beispielsweise geregelt oder gesteuert. Auch ermöglicht dieses eine spätere Auswertung entsprechender Parameter des Reinigungsvorganges für eine nachfolgende Qualitätskontrolle, beispielsweise auch unter Berücksichtigung von Parameter des nachfolgenden Schweißvorganges. Ein Verflüchtigen der Beschichtung ist beispielsweise über eine Änderung der Lichtbogenspannung bzw. des Stromes meßbar. Über die Messung eines geeigneten Parameters ist auch die Dauer des Reinigungsschrittes regelbar, so daß bei einer entsprechenden Änderung des gemessenen Wertes, beispielsweise der Spannung, die Reinigung beendet, die Polarität gewechselt wird und sich der Schweißprozeß anschließt. Wird beispielsweise die Oberfläche von einer organischen Beschichtung gereinigt, die wasserstoffhaltig ist, so ist ein Spannungsabfall der Lichtbogenspannung zu beobachten, wenn der zu entfernende Wasserstoff entfernt ist. Eine entsprechende Hubzündungsschweißvorrichtung verfügt daher beispielsweise über eine geeignete Meß-, Regelungs- und/oder Steuerungseinrichtung, die geeignete Funktionen zur Verfügung stellt. Auch hat eine derartige Vorrichtung eine geeignete Auswerteeinrichtung beispielsweise mit entsprechendem Speicher etc.

Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Element während der Reinigung der Aluminiumoberfläche zur Aluminiumoberfläche einen Abstand einnimmt, der mindestens um den Faktor 2 größer ist als der Abstand zur Aluminiumoberfläche, insbesondere wenn ein Pilotstrom vor dem Schweißstrom fließt. Zum anderen gelingt es dadurch, daß eine größere Fläche der Aluminiumoberfläche gereinigt wird. Zum anderen besteht die Möglichkeit, über eine Variation des Abstandes die Intensität der Reinigung entsprechend der vorgefundenen Beschichtung anpassen zu können, ohne auf den Grundwerkstoff negativ einzuwirken.

Neben den oben geschilderten Merkmalen sind weiterhin auch die aus der DE 195 24 490 bekannten Maßnahmen zur Steuerung bzw. Regelung des Schweißbolzens anwendbar, um das Aluminium-Hubzündungsschweißverfahren auszuführen. Insbesondere als vorteilhaft hat sich erwiesen, Bolzengeometrien zum Anschweißen zu verwenden, wie sie aus der DE 196 11 711 hervorgehen. Auf die jeweilige technische Lehre aus beiden Dokumenten wird hiermit ausdrücklich verwiesen.

Weiterhin wird eine Aluminium-Hubzündungsschweißvorrichtung geschaffen. Die Vorrichtung hat eine Führung für ein anzuschweißendes Element und eine Steuerung für die Führung. Die Führung ist beispielsweise ein Schweißkopf, eine Schweißpistole oder ein Gehäuse zum Fixieren und Abheben des anzuschweißenden Elementes. Weiterhin hat die Vorrichtung eine Einrichtung zur Steuerung oder Regelung des elektrischen Stromes und/oder der elektrischen Spannung zum Schweißen, wobei die Vorrichtung ein Polaritätswechselmittel für die Spannung zum Schweißen hat. Die Einrichtung zur Steuerung oder Regelung des elektrischen Stromes und/oder der elektrischen Spannung ist so programmiert oder gestaltet, daß vor dem Schweißvorgang ein Reinigungsstrom erzeugbar ist, der eine umgekehrte Polarität zum Schweißstrom hat. Mit der Vorrichtung ist insbesondere die Durchführung eines Verfahrens gemäß der obigen Beschreibung durchführbar.

Weiterhin stellt die Erfindung ein Polaritätswechselmittel für eine Hubzündungsschweißvorrichtung zur Verfügung. Das Polaritätswechselmittel hat ein Schaltungselement, das einen Lichtbogenstrom bewirkt beim Wechsel der Polarität, insbesondere in Form einer als Drossel wirkenden Schaltung, um einen erzeugten Lichtbogen bei einem Wechsel der Polarität der Lichtbogenspannung aufrechtzuerhalten. Zweckmäßigerweise hat das Polaritätswechselmittel eine erste und eine zweite Energiequelle, wobei die erste Energiequelle einen Reinigungsstrom liefert und die zweite Energiequelle einen Schweißstrom liefert. Vorteilhafterweise wird eine Spule mit der ersten und der zweiten Energiequelle so verschaltet, daß ein erzeugter Lichtbogen bei Wechsel der Polarität aufrechterhalten bleibt. Ein Erlöschen des Lichtbogens wird dadurch bei einem Nulldurchgang des Stromes verhindert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sowie Merkmale der Erfindung sind in der nachfolgenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Verlauf eines Abstandes S und eines elektrischen Reinigungsstromes I in einem ersten Schritt des Hubzündungsschweißverfahrens,

Fig. 2 den Verlauf des Abstandes S sowie des elektrischen Stromes I in einem Schweißschritt als einen dritten Schritt des Verfahrens,

Fig. 3 eine Weiterbildung in Form einer Kombination des ersten, eines zweiten und des dritten Schrittes,

Fig. 4 eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens,

Fig. 5 eine Skizze der Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens,

Fig. 6 eine Schaltungsskizze eines Polaritätswechselmittels und

Fig. 7 einen angeschweißten Bolzen auf einem Blech mit einer Beschichtung.

Fig. 1 zeigt schematisch einen möglichen ersten Schritt als Reinigungsschritt des Verfahrensablaufes des Schweißverfahrens. Auf einer y-Achse sind eine Stromstärke I und ein Abstand S eingetragen. Der Abstand S ist die Entfernung zwischen dem anzuschweißenden Element und einer beispielhaften Aluminiumoberfläche. Auf der x-Achse ist die Zeitkoordinate eingetragen. In dem ersten Schritt befindet sich das anzuschweißende Element in Verbindung mit der Aluminiumoberfläche. Es wird die Stromstärke I eingeschaltet. Ein Stromfluß zwischen Aluminiumoberfläche und dem Element findet statt. Der einsetzende Reinigungsstrom wird vorzugsweise auf eine Größe zwischen 20 und 500 Ampere eingeregelt. Diese Reinigungsstärke wird vorzugsweise auch für einen gewissen Zeitraum in etwa konstant gehalten. Nach einer kurzen zeitlichen Verzögerung nach Einschalten der Stromstärke I wird das Element von der Aluminiumoberfläche abgehoben und vorzugsweise auf einen in etwa konstanten Abstand S gebracht. Die Reinigungsstromstärke wird konstant gehalten, die Lichtbogenspannung stellt sich entsprechend des Abstandes S und dem Grad der Reinigung ein. Der Abstand S beträgt zweckmäßigerweise in etwa 3 mm für einen Aluminiumschweißbolzen. Nach einer Zeitdauer Δt, die mit dem Abheben des Elementes von der Aluminiumoberfläche beginnt und mit dem Abfallen der Reinigungsstromstärke auf Null Ampere aufhört, ist die Aluminiumoberfläche gereinigt. Die Zeitdauer Δt wird vorzugsweise zwischen 15 ms und 120 ms eingestellt. Der Vorteil dieser Reinigung ist es, daß die gereinigte Fläche zumindest auf die in etwa anschließend benötigte Schweiß-

BNSDOCID: <DE_ 19925628A1_I_>

badfläche beschränkt bleibt. Wird beispielsweise eine Beschichtung auf der Aluminiumoberfläche vorgesehen, die auch bei dem späteren Werkstück weiter erhalten sein soll, beispielsweise als eine Schutzschicht, so bietet das Verfahren den Vorteil, nur im Bereich der Schweißzone die Beschichtung entfernt zu haben. Der Abstand S wird insbesondere so eingestellt, daß der Lichtbogen fokussiert auf der Aluminiumoberfläche auftritt und damit die zu reinigende Oberfläche begrenzt bleibt. Vorzugsweise wird eine derartige Fokussierung des Lichtbogens über eine entsprechende Führung des anzuschweißenden Elementes eingestellt. Auch kann die Schweißvorrichtung eine entsprechende Fokussierungseinrichtung aufweisen, die beispielsweise mit der Führung integriert ist. Dazu wird gemäß einer Ausführung einer anwendbaren Schweißvorrichtung eine Führung verwendet, die eine Spannzange aufweist, um die eine wechselstrombetriebene Magnetspule angeordnet ist. Auf diese Weise gelingt es, eine Streuung des Lichtbogens aufgrund von Lichtbogenblasen zu verhindern. An den ersten Schritt schließt sich der nicht näher dargestellte Polaritätswechsel als zweiter Schritt an.

Fig. 2 zeigt einen dritten Schritt des Verfahrens, der sich an den ersten aus **Fig.** 1 und dem sich daran anschließenden Polaritätswechsel als zweiten Schritt anschließt. Dieses ist daran zu erkennen, daß das Vorzeichen der Stromstärke sich geändert hat. Vorzugsweise findet eine Änderung von positiv zu negativ statt. Gemäß einer Weiterbildung verbleibt das anzuschweißende Element in der abgehobenen Position, beispielsweise auf 3 mm, für einen gewissen Zeitraum. Dieses erlaubt, daß unter Umständen schon angeschmolzenes Material der Aluminiumoberfläche sowie auch gegebenenfalls der Oberfläche des Elementes selbst, sich wieder verfestigt. Beispielsweise wird nach einer Zeitdauer von 10 bis 80 ms, vorzugsweise von bis zu 30 ms nach Abschalten der Stromstärke der Hub durch beispielsweise eine Spule ausgeschaltet und das Element gerät wieder in Kontakt mit der Aluminiumoberfläche. Von diesem Punkt ausgehend beginnt der dritte Schritt in **Fig.** 2. Nachdem in zweiten Schritt die Polarität von positiv zu negativ gewechselt hat, beginnt ein Hubzündungsschweißverfahren, wie es beispielsweise auch aus der schon zitierten DE 195 24 490 hervorgeht. Beispielsweise wird ein Lichtbogen über einen Pilotstrom gezündet, der für eine Stabilisierung des Schweißstromes sorgt. Das anzuschweißende Element, daß wieder in Kontakt mit der Aluminiumoberfläche gewesen ist, wird dazu von der Oberfläche wieder entfernt. Gemäß dem schematischen Ausführungsbeispiel verbleibt der Abstand S dann wieder weitestgehend konstant. Nach einer gewissen Zeitdauer, die länger dauert als die eigentliche Schweißstromdauer, wird der Pilotstrom auf einen Schweißstrom erhöht, beispielsweise auf 1.000 Ampere oder mehr. Während des Anlegens des Schweißstromes wird die Aluminiumoberfläche soweit aufgeschmolzen, daß eine genügende Badtiefe zur Verfügung gestellt wird. Nach Abfall des Schweißstromes auf 0 Ampere wird noch eine gewisse Zeitdauer abgewartet, so daß das Aluminiumbad teigig wird. Erst dann wird das zu verschweißende Element in die Oberfläche abgetaucht und die Schweißverbindung hergestellt. Eine wie in **Fig.** 1 und **Fig.** 2 dargestellte Ausbildung des Verfahrens hat den Vorteil eines genau vorgegebenen Schemas. Aufgrund der Anbindung der Schritte miteinander wird die Bearbeitungszeit einfach addiert. Das kann dazu führen, daß etwas längere Standzeiten in der Bearbeitungsstation auftreten, beispielsweise von 300 ms und mehr. Diese Zeit ist unter anderem auch davon abhängig, wieviel Zeitraum der Wechsel der Polarität benötigt. Vorzugsweise dauert der Wechsel nicht länger als 200 ms. Eine Weiterbildung sieht daher vor, den ersten Schritt aus **Fig.** 1 und den dritten Schritt aus **Fig.** 2 miteinander zu kombinieren. Dieses wird nachfolgend näher erläutert.

Fig. 3 zeigt eine Kombination des ersten, des zweiten und des dritten Schrittes aus **Fig.** 1 und **Fig.** 2 in Form einer Kombination der Verfahrensschritte ohne Kontakt des anzuschweißenden Elementes zwischen Reinigung und Schweißung. Ein Wechsel der Polarität des Stromes erfolgt, ohne daß zwischendurch das anzuschweißende Element in Kontakt mit der Aluminiumoberfläche tritt. Vielmehr wird der Reinigungsstrom I durch Wechsel der Polarität zu einem Pilotstrom des Schweißverfahrens. Dieser Wechsel erfolgt durch eine entsprechende Angleichung der Abnahme der Reinigungsstromstärke bis zum Nulldurchgang. Nach dem Nulldurchgang wird die Stromstärke mit negativer Polarität, angedeutet durch das Minus in **Fig.** 3 auf eine entsprechende Stromgröße eines Pilotstromes eingeregelt oder gesteuert. Daran anschließend schließt sich der maximale Schweißstrom an. Gegenüber den Einzelschritten, wie sie aus **Fig.** 1 und **Fig.** 2 hervorgehen, dauert die Bearbeitungszeit gegenüber einem üblichen Hubzündungsschweißverfahren nur noch unwesentlich länger, beispielsweise in einer Größenordnung von 100 ms.

Versuche haben gezeigt, daß mit den folgenden Werten besonders gute Schweißergebnisse erzielt worden sind für eine Aluminiumoberfläche in Verbindung mit einem Aluminiumbolzen:

Reinigungsstromstärke: 15–500 Ampere
Reinigungszeitraum: 20–100 ms
Abstand S während der Dauer der Reinigung: 2,5–3,5 mm
Pilotstromstärke: 15–25 Ampere
Zeitdauer der Pilotstromstärke: 0–8 ms
Abstand S während der Dauer des Pilotstromes: 0,6–1,4 mm
Schweißstromstärke: 500 1.500 Ampere
Zeitdauer des Schweißstromes: 8–100 ms
Abstand S während der Dauer des Schweißstroms: 1,4 mm-0,6 mm fallend

Fig. 4 zeigt die schematische Ansicht einer Vorrichtung **1** zur Durchführung des Hubzündungsschweißverfahrens. Die Vorrichtung **1** hat eine Spannzange **2**, um die eine Spule **3** angeordnet ist. Über die Spannzange **2** wird ein anzuschweißendes Element **4**, in diesem Falle ein Aluminiumschweißbolzen, auf eine Aluminiumoberfläche **5** eines Aluminiumbleches **6** geführt. Das Element **4** wird während des Schweißvorganges mit einem Schutzgas umströmt, zum Beipiel Argon. Das Schutzgas wird angedeutet durch die Pfeile **7**, die das Element **4** umgeben. Die Spule **3** wird mit Wechselstrom durchflossen. Der Wechselstrom wird so gesteuert bzw. geregelt, daß damit der Lichtbogen und seine Form so beeinflußt wird, daß die Beschichtung **8** auf der Aluminiumoberfläche **5** nur in demjenigen Bereich entfernt wird, in dem später auch eine Verschweißung mit dem Element **4** stattfindet. Vorzugsweise wird die Spule **3** mit einem Wechselstrom betrieben, der zwischen 8 und 30 Volt beträgt. Eingesetzt wird vorteilhafterweise eine Stromstärke zwischen 0,1 und 2 Ampere. Die Anzahl der Windungen sowie der Querschnitt der Spulenwindung ist materialabhängig. Die Spule wird insbesondere so ausgewählt, daß sie in der Lage ist, den Lichtbogen sehr nahe in das axiale magnetische Feld zu bringen und nicht in das Streufeld. Das Streufeld würde einen rotierenden Lichtbogen erzeugen, während das axiale Magnetfeld in der Lage ist, den Lichtbogen symmetrisch um die axiale Achse des Bolzens zu fokussieren.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung der Hubzündungsschweißvorrichtung. Mit einer Führung **9** kann ein nicht näher dargestelltes anzuschweißendes Element auf ein nicht dargestelltes Aluminiumbauteil geführt werden. Wei-

BNSDOCID: <DE__19925628A1_I_>

ferhin weist die Vorrichtung eine Steuerung **10** oder Regelung für die Führung **9** auf. Ebenfalls hat die Vorrichtung **1** eine Einrichtung **11** zur Steuerung oder Regelung des elektrischen Stroms und/oder der elektrischen Spannung zum Schweißen sowie ein Polaritätswechselmittel **12**, das beispielsweise mittels Thyristoren aufgebaut ist. Die Einrichtung **11** ist so programmiert oder geschaltet, daß vor einem Schweißvorgang ein Reinigungsstrom erzeugbar ist, der eine umgekehrte Polarität zum Schweißstrom hat. Der Wechsel der Polarität wird mittels des Polaritätswechselmittels **12** durchgeführt. Mit der Hubzündungsschweißvorrichtung **1** ist insbesondere eine Aluminiumoberfläche mit angeschweißtem Element herstellbar, wobei die Aluminiumoberfläche eine Beschichtung, insbesondere eine Schmierstoffschicht hat oder gehabt hat.

Fig. 6 zeigt eine beispielhafte Schaltungsskizze eines Polaritätswechselmittels **12**. Eine erste **13** und eine zweite **14** Energiequelle sind nebeneinandergeschaltet. Beide Energiequellen **13**, **14** sind hier Konstantstromquellen. Die erste Energiequelle **13** liefert einen Strom zum Reinigen und baut eine positive Polarität auf: während der Bolzen ein positives Potential besitzt, hat das Blech **6** ein negatives Potential. Dieses wird durch das Plus-Zeichen angedeutet. Die zweite Energiequelle **14** liefert einen Strom für den Schweißschritt und damit für den Pilot- und den eigentlichen Schweißstrom. Die zweite Energiequelle **14** weist einen Kurzschlußkreis auf, der durch einen geschlossenen Schalter S2 aktiviert ist. Wird nun der Polaritätswechsel eingeleitet, so arbeitet die zweite Energiequelle **14** im Kurzschluß und prägt in eine Drossel **15** einen Strom ein. Der von der ersten Energiequelle **13** erzeugte Reinigungsstrom wird nun gegen Null reduziert. Bevor der Reinigungsstrom zu Null wird, wird der Kurzschlußkreis-Schalter S2 geöffnet und der Schweißkreis-Schalter S1 geschlossen. Der eingeprägte Strom in Drossel **15** fließt in den Schweißkreis. Er sorgt dafür, daß beim Stromnulldurchgang der Lichtbogen nicht erlöschen kann. Der Schalter S3 wird geöffnet und die erste Energiequelle **13** wird vom Schweißkreis entkoppelt.

Fig. 7 zeigt entsprechend der **Fig. 4** einen nun angeschweißten Bolzen **4** auf einem Blech **6** mit einer Beschichtung **8** auf der Oberfläche. Im Bereich einer Fügezone **16** ist die Beschichtung **8** nicht mehr vorhanden. Diese ist während des Reinigungsschrittes in dem Verbindungsbereich zwischen dem Bolzen **4** und dem Blech **6** entsprechend der Einstellung des Lichtbogens entfernt worden. Das Verfahren eignet sich daher insbesondere auch zur Herstellung von einem Stahlblech mit angeschweißtem Element, wobei die Stahlblechoberfläche eine Beschichtung, insbesondere eine Schmierstoffschicht oder eine Zinkschicht hat oder gehabt hat.

Bezugszeichenliste

1 Aluminium-Hubzündungsschweißvorrichtung
2 Spannzange
3 Spule
4 anzuschweißendes Element
5 Aluminiumoberfläche
6 Aluminiumblech
7 Schutzgas
8 Beschichtung
9 Führung
10 Steuerung
11 Einrichtung zur Steuerung oder Regelung
12 Polaritätswechselmittel
13 erste Energiequelle
14 zweite Energiequelle
15 Spule
16 Fügezone

Patentansprüche

1. Erstes Hubzündungsschweißverfahren, wobei in einem ersten Schritt eine Oberfläche (5) eines Bauteils durch Anlegen einer ersten Spannung unter Erzeugung eines Lichtbogens zwischen einem an die Oberfläche (5) zu verbindendes Element (4), insbesondere einen Bolzen, und der Oberfläche (5) gereinigt wird, in einem zweiten Schritt eine Polarität der ersten Spannung gewechselt wird und wobei anschließend das Element (4) mittels zumindest eines durch eine zweite Spannung erzeugten Lichtbogens angeschweißt wird.
2. Hubzündungsschweißverfahren nach Anspruch 1, wobei die erste Spannung betragsmäßig höher eingestellt wird als eine nachfolgende zweite Spannung umgekehrter Polarität.
3. Hubzündungsschweißverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Spannung mit positiver Polarität eingestellt wird.
4. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Element auf das Bauteil verschweißt wird, nachdem das Bauteil zuvor mit einer Beschichtung, insbesondere einer Schmierstoffschicht für eine Kaltverformungsbearbeitung, vorzugsweise einer Tiefziehbearbeitung, überzogen worden war.
5. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei nach einem Abfall der ersten Spannung sich eine Polarität der ersten Spannung in einem stromlosen Zustand ändert, sich ein Schweißverfahren mit vorzugsweise einer Pilotspannung und anschließender Schweißspannung anschließt, wobei beide Spannungen eine andere Polarität als die erste Spannung haben.
6. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei beim Erreichen eines Nulldurchganges der ersten Spannung eine Nullspannung für eine Zeit aufrechterhalten wird, bis daran anschließend eine zweite Spannung aufgebaut wird.
7. Zweites Hubzündungsschweißverfahren, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
   - ein elektrischer Reinigungsstrom zwischen einer Oberfläche (5) eines Bauteils und einem daran zu verschweißenden Element (4) fließt, indem das Bauteil auf der Oberfläche (5) aufliegt und dann das Element (4) von der Oberfläche (5) auf eine in etwa zeitweise konstante Entfernung zur Reinigung der Oberfläche (5) von einer Beschichtung unter Zündung eines Lichtbogens als Reinigungsmittel abgehoben wird,
   - anschließend der Strom seine Polarität ändert, wobei danach zumindest ein Schweißstrom erzeugt wird
   - und dann das Element (4) mit der Oberfläche (5) verschweißt wird.
8. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Reinigungsstrom eine Stromstärke zwischen 15 Ampere und 500 Ampere einnimmt, bevor er abfällt.
9. Hubzündungsschweißverfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei nach einem Wechsel der Polarität ein vom Betrag her größter Schweißstrom erzeugt wird.
10. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Element (4) erst nach Abschalten des Schweißstromes wieder in Kontakt mit der Oberfläche (5) gebracht wird.
11. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der

BNSDOCID <DE_19925628A1_I_>

Ansprüche 1 bis 10, wobei der Reinigungsstrom gleich oder länger andauert als ein vor dem Schweißstrom fließender Pilotstrom und/oder der Schweißstrom.

12. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Schweißstrom gleich oder stärker ist als der Reinigungsstrom.

13. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Element (4) während der Reinigung der Oberfläche (5) zur Oberfläche (5) einen Abstand (S) einnimmt, der mindestens um den Faktor zwei größer ist als der Abstand (S) zur Oberfläche (5) beim Schweißen, insbesondere wenn ein Pilotstrom vor dem Schweißstrom fließt.

14. Hubzündungsschweißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei über die Messung eines Parameters eine Dauer des Reinigungsschrittes geregelt oder gesteuert wird.

15. Hubzündungsschweißvorrichtung (1) mit einer Führung (9) für ein anzuschweißendes Element (4) und einer Steuerung (10) oder Regelung für die Führung (9) sowie einer Einrichtung (11) zur Steuerung oder Regelung des elektrischen Stromes und/oder der elektrischen Spannung zum Schweißen, wobei die Hubzündungsschweißvorrichtung (1) ein Polaritätswechselmittel (12) für die Spannung zum Schweißen hat, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (11) zur Steuerung oder Regelung des elektrischen Stromes und/oder der elektrischen Spannung zum Schweißen so programmiert oder geschaltet ist, daß vor dem Schweißvorgang ein Reinigungsstrom erzeugbar ist, der eine umgekehrte Polarität zum Schweißstrom hat.

16. Hubzündungsschweißvorrichtung (1) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß diese zur Durchführung eines Verfahrens gemäß der Ansprüche 1 bis 14 ausgelegt ist.

17. Hubzündungsschweißvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine Fokussierungseinrichtung für einen zu erzeugenden Lichtbogen hat.

18. Hubzündungsschweißvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Polaritätswechselmittel (12) einen Kurzschlußkreis hat, um einen erzeugten Lichtbogen bei einem Wechsel der Polarität aufrechtzuerhalten.

19. Hubzündungsschweißvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine Auswertevorrichtung insbesondere zur Qualitätskontrolle für zumindest einen Parameter zumindest des Reinigungsvorganges hat.

20. Polaritätswechselmittel (12) für eine Hubzündungsschweißvorrichtung insbesondere nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Polaritätswechselmittel (12) ein Schaltungselement hat, das einen Lichtbogenstrom bewirkt, um einen erzeugten Lichtbogen bei einem Wechsel einer Polarität der Lichtbogenspannung aufrechtzuerhalten.

21. Polaritätswechselmittel (12) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Polaritätswechselmittel (12) eine erste (13) und eine zweite (14) Energiequelle hat, wobei die erste Energiequelle (13) einen Reinigungsstrom liefert und die zweite Energiequelle (14) einen Pilotstrom und/oder einen Schweißstrom liefert.

22. Polaritätswechselmittel (12) nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine Spule (15) mit der zweiten (14) Energiequelle so verschaltet ist, daß ein erzeugter Lichtbogen bei Wechsel der Polarität aufrechterhalten bleibt.

23. Aluminiumoberfläche mit angeschweißtem Element (4), wobei die Aluminiumoberfläche (5) eine Beschichtung (8), insbesondere eine Schmierstoffschicht hat oder gehabt hat, hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14.

24. Stahlblech mit angeschweißtem Element, wobei die Stahlblechoberfläche eine Beschichtung, insbesondere eine Schmierstoffschicht oder eine Zinkschicht hat oder gehabt hat, hergestellt nach einem Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 14.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

BNSDOCID <DE__19925628A1_I_>

Nummer: DE 199 25 628 A1
Int. Cl.⁷: B 23 K 9/20
Offenlegungstag: 7. Dezember 2000

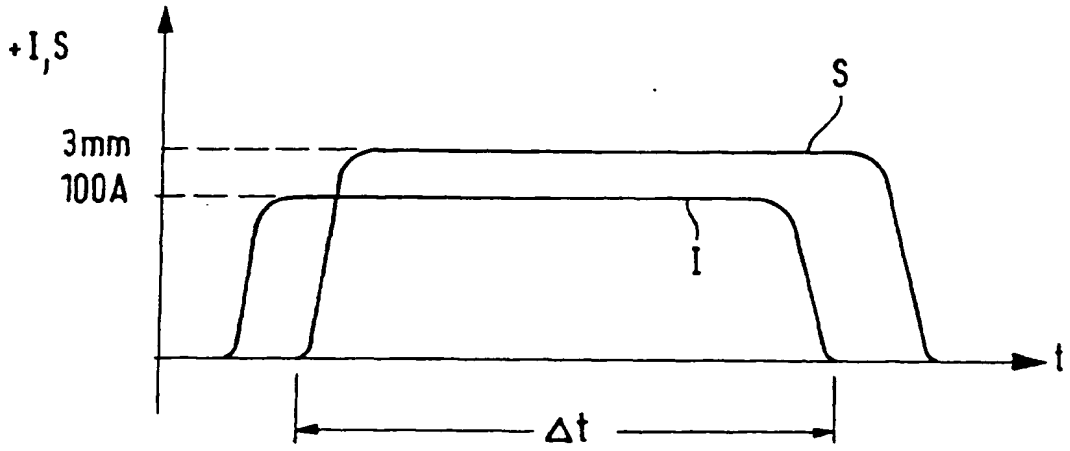


FIG.1

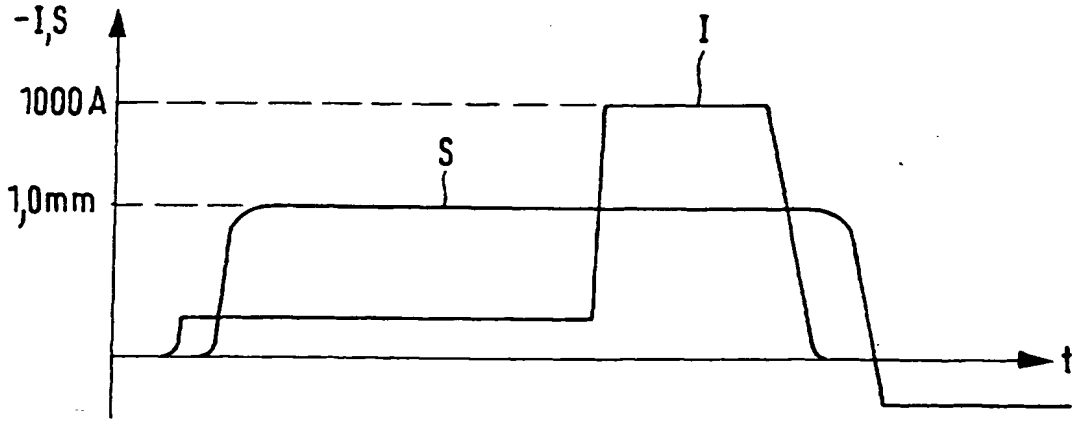


FIG.2

BNSDOCID: <DE _ 19925628A1_I_>

Nummer: DE 199 25 628 A1
Int. Cl.[7]: B 23 K 9/20
Offenlegungstag: 7. Dezember 2000

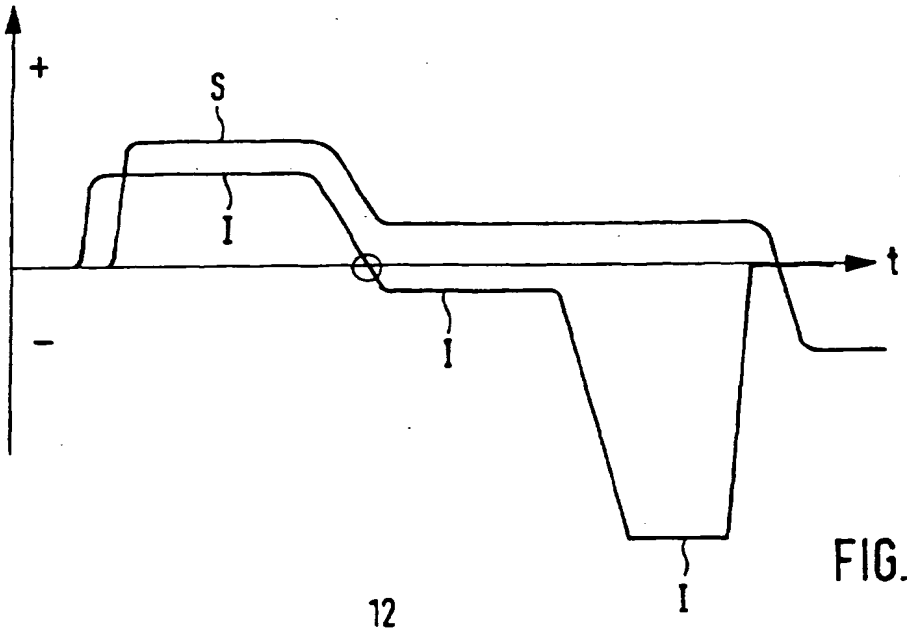


FIG.3

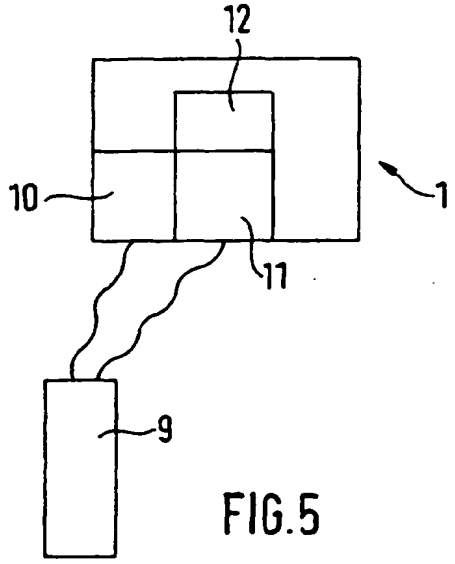


FIG.5

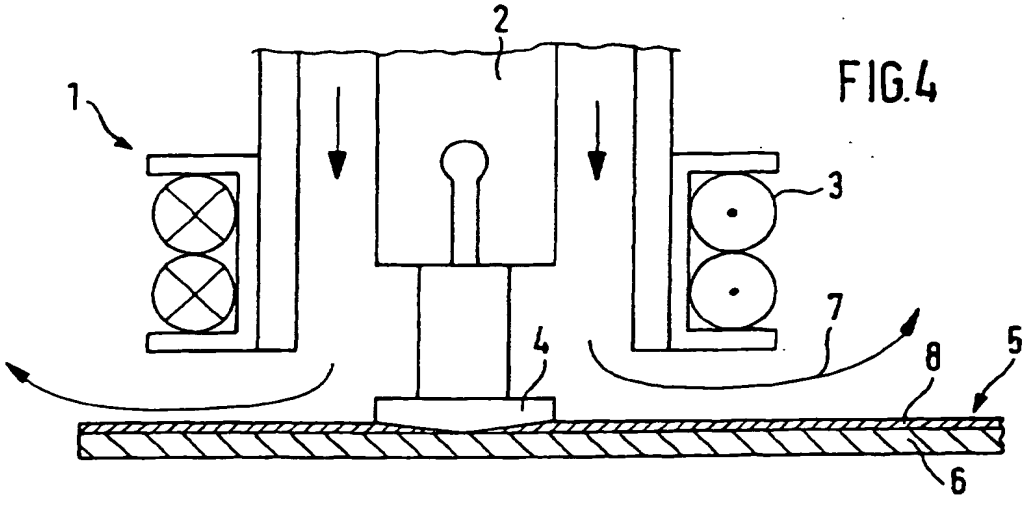


FIG.4

BNSDOCID: <DE_19925628A1_I_>

Nummer: DE 199 25 628 A1
Int. Cl.⁷: B 23 K 9/20
Offenlegungstag: 7. Dezember 2000

FIG.6

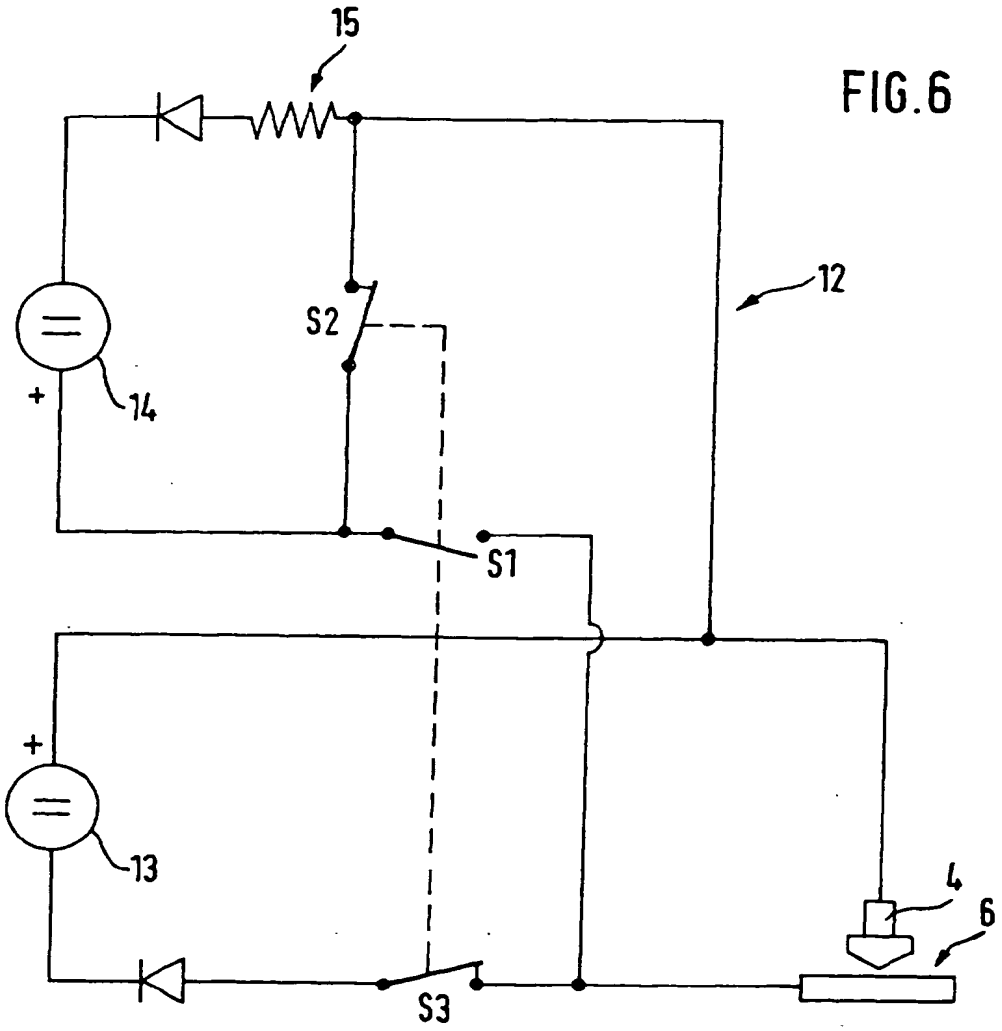
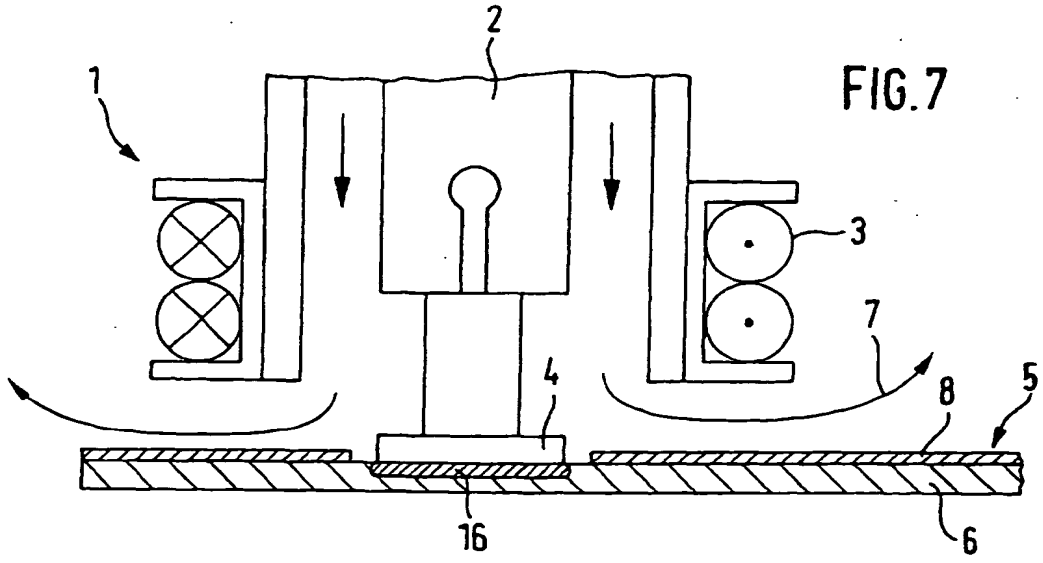


FIG.7



BNSDOCID: <DE _19925628A1_I_>

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☑ FADED TEXT OR DRAWING
- ☑ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☑ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.